

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-081602

(43)Date of publication of application : 08.04.1991

(51)Int.Cl.

G01B 11/00

G06F 15/62

G06F 15/70

(21)Application number : 01-217146

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 23.08.1989

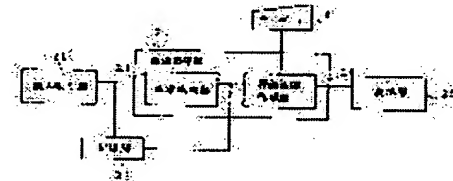
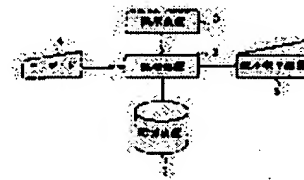
(72)Inventor : OGIWARA MASATO

(54) DEVICE AND METHOD FOR EVALUATING EDGE SURFACE DISTANCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To inspect the pattern of a substrate with high reliability by providing an evaluated image generating means which measures the edge surface distance between patterns according to image data on the patterns extracted by an image processor and generates an evaluated pattern image.

CONSTITUTION: A read part 21 obtains the image data on the printed board which is read by an image scanner or camera device and indication conditions are inputted on a keyboard 4 and controlled by the processor 1. A storage part 22 is stored with the image data which is read by the read part 21 in response to an indication from the processor 1. An image editing part 23 edits the image data in the storage part 22 manually or an automatic processing function. An evaluated image generation part 24 evaluates the edge surface distance of the printed board by using the image data according to the edge surface distance which is inputted through the keyboard 4 and a display part 25 displays an image showing the evaluation result on a display device 3. Consequently, the pattern of the printed board can be inspected with high efficiency and high reliability.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-81602

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)4月8日

G 01 B 11/00
G 06 F 15/62
15/70

H 7625-2F
Z 8419-5B
J 9071-5B
4 0 5
3 5 0

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全14頁)

⑮ 発明の名称 縁面距離評価装置および方法

⑯ 特 願 平1-217146

⑰ 出 願 平1(1989)8月23日

⑱ 発 明 者 荻 原 正 人 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

⑳ 代 理 人 弁 理 士 磯 村 雅 俊

明 示 書

1. 発明の名称

縁面距離評価装置および方法

2. 特許請求の範囲

(1) 対象物を画像として読み取る読み取り装置と該読み取り手段により読み取られた画像を記憶する記憶装置、さらに、該記憶装置に記憶された画像の輪郭線抽出処理を行う画像処理装置と該画像処理装置の処理結果を表示する表示装置を有し、種々の画像加工を行う画像加工システムを用いて、製造されたプリント基板のパターン間距離を測定・評価する装置において、上記画像処理装置により抽出された上記パターンの画像データに基づきパターン間の縁面距離を測定し、かつ、評価した評価パターン画像を作成する評価画像作成手段を設けたことを特徴とする縁面距離評価装置。

(2) 請求項1の評価画像作成手段を用いて、上記画像処理装置により抽出されたパターンの輪郭線から、パターン領域の外側に向かって指定縁面

距離分オフセットした領域を作成し、該オフセットした領域画像と他パターン領域の画像との干渉画像(両領域に含まれる画素)を抽出し、該干渉画素を任意の表示色で上記表示装置に表示することを特徴とする縁面距離評価方法。

(3) 請求項1の評価画像作成手段を用いて、上記画像処理装置が上記パターンの輪郭線を抽出し縁分データに変換して形成したパターン図形に、指定縁面距離分オフセットした図形を形成し、さらに、該オフセットした図形と上記パターン図形の両図形を各々別の表示色で上記表示装置に表示させることを特徴とする縁面距離評価方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、プリント基板の評価方法に係り、特に、画像処理技術を用いたパターン間の縁面距離の測定装置とその方法に関するものである。

(従来の技術)

高電圧となるプリント基板のパターン間に関しては、パターン間の放電を避けるため、その距離

は、法律により規定されている。

プリント基板のパターン設計時には、この法律を考慮して作成されているが、プリント基板の小型化等により、パターン間の距離に余裕を持たせて設計することが困難となっている。そのため、実際のプリント基板の製造過程においては、パターン間が設計通りに仕上がらない場合がある。

そのため、これら実際に出来上がったプリント基板に対する効率の良い検査が非常に重要なものとなっている。

従来のプリント基板のパターンの検査における測定方法は、人手による計測であり、検査員の熟練と検査器具の精度と使い勝手に関する改良が行われている。

一方、イメージスキャナー等により読み込まれたCRT等の画面上に表示された画像に対する様々な処理を行う方法には、以下のような従来技術がある。

1) 基準となる画像と測定対象となる画像の画面上での重なりをチェックする方法で、印鑑の照合

や部品の検査等に利用されている。

2) スキャナー入力画像の輪郭部に対し、ラスタベクター変換によるベクターデータ抽出を行い線分化する方法で、レーザー加工機等に応用されている。

これらの技術に関連する文献資料としては、例えば、特願昭62-221003号公報に記載の「2次元工具奇跡生成方法」とリコーテクニカルレポートNo. 18、Oct., 1988年(pp. 107~111)がある。

特願昭62-221003号公報には、画像の画面上での重なりをチェックするための、画像の輪郭線から工具補正画像を作る方法(図素の剥ぎ取り方法)が記載されている。また、リコーテクニカルレポートNo. 17、March, 1988年(pp. 34~40)には、上記と同様のものが記載されている。これらの資料に基づき、画像の画面上での重なりをチェックするために必要な、画像の輪郭線から補正画像を作る方法に関する概要を以下に記載する。

まず、原画をスキャナーにより読み込み、形状データをデジタルデータ(画素データ)として扱う。形状輪郭データは、従来から良く知られている8連結追跡による輪郭線により構成される。

第16図は、8連結追跡の算出方法を示す平面図である。

画像の境界点をスタートとし、現在注目している境界点 P_i 、直前の境界点を P_{i-1} としたとき、 P_{i-1} から P_i への進行方向に対して、 P_i の右側の値0の点 P_i から P_{i+1} の8近傍を反時計回り($P_i \Rightarrow P_{i+1} \Rightarrow P_{i+2} \Rightarrow P_{i+3} \Rightarrow P_{i+4} \Rightarrow P_{i+5} \Rightarrow P_{i+6} \Rightarrow P_{i+7}$)に点の値を調べ、最初に出会った値(1)の点 P_{i+1} を次の境界点 P_{i+1} とし、順次繰返し、 $P_n = P_i$ となった時点で1つの境界線の追跡を終了する手法である。

その際に、着目点から、次の点へ進む方向データ(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,)から構成される1つの輪郭データの符号をチェーンコードという。

第17図は、チェーンコードの方向と各番号の

起点から東向き方向には0を振りあて、以下、反時計回りに、北東方向には1、北向きには2、北西には3、西向きには4、南西には5、南向きには6、南東には7というように、8つの符号でそれぞれの方向が示されている。

例えば、第16図において、 P_i から P_{i+1} へ方向は4、また、 P_i から P_{i+2} へ方向は5で示される。

第18図は、8連結追跡により追跡した輪郭線のチェーンコードの例を示す平面図である。

尚、8連結追跡の場合、連結性が重視されるため、 180° を越えるときに角が丸くなることがある。そこで、前後のチェーンコードの差から、 180° を越えて変化すると思われる点を中心とし、手前側のある長さのチェーンコードを結ぶベクトル V_1 と、後側の同一の長さのチェーンコードを結ぶベクトル V_2 から式(1)

$$\theta = \cos^{-1} \{ (V_1 \cdot V_2) / (|V_1| \cdot |V_2|) \} \dots (1)$$

により、角度 θ を求め、追跡形状の補正を行う。

次に、この補正後の追跡形状を用いて、図19に示すような

特開平3-81602 (3)

輪郭線追跡データを元にして、形状のオフセットを行う。

データのオフセット方法をデジタルで行うため、複雑な形状をCAD(コンピュータ支援設計)により処理する方法よりも原画に忠実である。

第19図は、形状のオフセット方法の例を示す平面図である。

まず、8連結追跡により得られた輪郭線上の点(第19図の1回目の輪郭追跡により得られた点)に処理済みマークを付加し、オフセットに必要な回数、内側に同様の処理を繰り返すことにより形状のオフセットを行う。しかし、この方法では第19図中の斜めに追跡を行うような、奇数のチェーンコードを持つ個所に対して、通常のオフセットの $1/\sqrt{2}$ のオフセットしかかからないため、本来オフセットとして処理済みマークをつける画素データに対して、処理が行えない。そこで、この方法と併用して、外形線に対して、各々のチェーンコードの変化点を中心に、オフセット分の半径円を描き、その円内(第19図中の円)に

含まれる画素データに対して処理済みマークを付加した。また、チェーンコードの変化しない範囲に対しては、その外形線に対し半径分オフセットを行ったオフセット線(第19図中の垂線以外の一点傾線で示される線)を求め、その2線、および、両端点を通り、外形線に垂直な線(第19図の垂線(1)と垂線(2))で囲まれる範囲内の画素データに、処理済みマークを付加することでオフセットを行う。

この2方法を併用するのは、正確なオフセットと、チェーンコードの変化点を中心に円を書くことによる変化点付近での形状が丸くなることを防ぐためである。

次に、このようにして得られた形状にスムージングを掛け、より正確な画像を得る。

スムージングを掛けることにより、スキャナによる読み取り画像のノイズ(本来原画増にないはずの画素を読み込んだり、あるはずの画素を読みこぼしてしまう減少)の悪影響を防ぐことも可能である。

以上のようにして、原図の読み込み、画素データの抽出、そして、オフセットが像を生成することができる。

次に、リコーテクニカルレポートNo. 18、Oct., 1988年(pp. 107~111)は、画像処理技術を利用した新しい工具奇跡生成方による履行軌能自動化を進めたNC(数値制御工作機械)データ作成システムであり、スキャナ入力画像の輪郭部の線分化方法が記載されている。以下にその部分の概要を記載する。

スキャナから読み込まれた画像は、1画素1ビットでメモリに保持され登録される。

読み込み画像から輪郭を抽出するために、まず、スキャナから読み込まれた画像データを黒画素にあたるまで走査して、黒画素を発見すると、その上下左右位置の画素のうち、どれかが白画素である場合、その黒画素を輪郭線上の画素と認識する。

第20図は、輪郭抽出例を示す平面図である。

み画像データから、各輪郭画像が内側輪郭か外側輪郭のいずれかであるかを判定する。

判定の方法を以下に示す。

各画像データを操作し、黒画素を探す。読み込み画像データ上で、その黒画素の位置の真上(主操作1周期分前)画素の白黒を見る。もし、その画素が黒画素であれば発見された黒画素から端を発する輪郭画像は内側輪郭であり、白画素であれば外側輪郭に相当する。

このように、内外を判定しながら全輪郭画像の8連結追跡によるチェーンコードを形成し、追跡を終了した画素は、輪郭画像データから消去される。

次に、チェーンコードの補正を行う。

チェーンコードの補正では、汚れ画像の除去とチェーンコードの微小凹凸の平滑化を行う。

第21図は、チェーンコードの微小凹凸の平滑化例を示す平面図である。

さらに、補正されたチェーンコードにスムージングを掛け、より正確な画像を得る。

特開平3-81602 (4)

スムージングには第1次スムージングと第2次スムージングがあり、各々のスムージング条件は、操作する人が原画および出力期待形状を基に任意に設定する。

第1次スムージングは、チェインコードを直線、円弧に変換する処理で、指定する条件は、近似誤差、曲線性の2つである。近似誤差は、画像とあてはめる直線、円弧の許容量で、1～100の100段階で設定でき、1が最も精度が高く、画像に忠実となり、100が最も精度が荒くなり、画像とのずれが大きいスムージングとなる。

曲線性は、あてはめる直線、円弧の優先度を表し、1～100の100段階で設定できる。値が小さいほど円弧の判定が優先され、まるみの多い滑らかな形状となり、値が大きくなると直線の判定が優先され多角形近似の形状となる。

第1次スムージングは、次の手順により行われる。

チェインコードの変化パターンを見て近似区間を決定し、各チェインコードの中点座標を算出し、

と曲線の組み合わせ100×100通りで、任意の形状が得られる。

チェインコードの各区間を第1次スムージングで、個別に直線、円弧近似した結果は、近似区間では正当性が認められたが、実際にはスムーズな連続形状とはなっていない。各区間の判定にあわせてつなぎのスムージングをするために、第2次スムージングが行われる。第2次スムージングには、水平垂直線強調機能と円弧間スムージングの機能がある。

水平垂直線強調機能は、複数の線分頂点のX座標値、Y座標値に関するバラツキ幅を許容値として入力し、1本の直線に近似する機能である。円弧間スムージング機能は、円弧間の線分長を許容値として入力し、円弧間を滑らかに接続する機能である。

このようにして、操作者の設定に対応した忠実度で、輪郭画像を得ることができる。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来のプリント基板のパターンの検査における

それら複数の点から式(1)で求められる直線、もしくは、式(2)で求められる円の係数a、b、cを最小2乗法により決定する。

$$ax + by + c = 0 \quad (1)$$

$$x^2 + y^2 + ax + by + c = 0 \quad (2)$$

次に、各ベクトルの頂点と式(1)で示される直線との距離、もしくは頂点と式(2)で示される円の中心

$$((-1/2)a, (1/2)b)$$

との距離と半径

$$\sqrt{(1/4)a^2 + (1/4)b^2 - 1}$$

との差を求め、誤差と比較し、近似結果の正当性を評価する。

ここで、差が誤差と比較して大きく不当と判定された場合、近似区間を短縮し、正当性が認められるまで近似を繰り返す。最終的に近似曲線、もしくは、近似値直線が不当であると判定された場合には、数値データとしてベクトルの頂点座標を与えられる。

ここにおいては、第1次スムージングは、誤差

測定方法は、人手による計測により行われている。そのため、微妙なパターン形状部を正確に計測することは困難であり、特に、プリント基板の製造過程で発生していると思われるわずかな突起形状を見のがすことがあり、評価結果の信頼性が低下する等の問題があった。

また、画像加工システムをプリント基板のパターンの検査に使用した実績例はない。

本発明の目的は、これら従来技術の課題を解決し、効率の良い、そして、信頼性の高いプリント基板のパターンの検査を可能とする縁面距離評価装置および方法を提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明の縁面距離評価装置および方法は、(1)実物を画像として読み取る読み取り装置と、この読み取り手段により読み取られた画像を記憶する記憶装置、さらに、この記憶装置に記憶された画像の輪郭線抽出処理を行う画像編集部を持つ画像処理装置と、この画像処理装置の処理結果を表示する表示装置を有し、

種々の画像加工を行う画像加工システムを用いて、製造されたプリント基板のパターン間距離を測定・評価する装置において、画像処理装置には、画像編集部により抽出されたパターンの画像データに基づきパターン間の線面距離を測定し、かつ、評価した評価パターン画像を作成する評価画像作成部を設けたことを特徴とする。そして、(2)評価画像作成部は、画像編集部により抽出されたパターンの輪郭線から、パターン領域の外側に向かって指定線面距離分オフセットした領域を作成し、このオフセットした領域画像と他パターン領域の画像との干渉画像(両領域に含まれる画像)を抽出し、この干渉画像を任意の表示色で表示装置に表示することを特徴とする。あるいは、(3)評価画像作成部は、画像編集部がパターンの輪郭線を抽出し線分データに変換して形成したパターン図形に、指定線面距離分オフセットした図形を形成し、さらに、このオフセットした図形とパターン図形の両図形を、各々別の表示色で表示装置に表示させることを特徴とする。

または、画像編集部は、読み取り装置により読み取られたパターンの画像データに基づき、パターン領域に表れる輪郭線を抽出し、この輪郭線を線分データに変換してパターン図形を形成する。

評価画像作成部は、このパターン図形を指定線面距離分オフセットした図形を形成し、このオフセットした図形とパターン図形の両図形を各々別の表示色で表示装置に表示させる。

オペレータ(検査員)は、この両図形を見ることにより、プリント基板のパターン間距離の不良の検出を容易に行うことができる。

(実施例)

以下本発明の実施例を、図面により詳細に説明する。

第1図は、本発明を施した第1の実施例の線面距離評価装置のシステム構成を示すブロック図である。

処理装置1と記憶装置2、表示装置3、および、キーボード4、そして、読み取り装置5から構成

(作用)

本発明において、画像編集部は、読み取り装置により読み取られたパターンの画像データに基づき、パターン領域に表れる輪郭線を、隣接する変換画素をベクトルで結んで形成することにより抽出する。

評価画像作成部は、この輪郭線からパターン領域の外側に向かって指定線面距離分オフセットした領域を作成し、このオフセットした領域画像と他のパターン領域の画像との干渉画像(両領域に含まれる画像)を抽出して、この干渉画像を任意の表示色で表示装置に表示する。

オペレータ(検査員)は、表示装置に表示されたパターン画像の干渉画像部分を目視で確認することによりプリント基板のパターン間距離の不良の検出を行う。

干渉画像部分を特別の色で表示し、他のパターン部分と分けて表示することにより、オペレータ(検査員)は、容易に不良の検出を行うことができる。

キーボード4を介し、オペレータは、操作情報や線面距離値を入力する。

読み取り装置5は、プリント基板のパターンを読み取り、記憶装置2は、読み取り装置5により読み取られたパターン画像データを記憶する。

処理装置1は、読み取り装置5と記憶装置2により読み取られ記憶されたプリント基板のパターン画像の処理を行い、さらに、パターンの線面距離評価画像の作成を行う。

表示装置3はCRT装置であり、処理装置1からオペレータに対する各種のメッセージや処理装置1により処理された結果を表示する。

第2図は、第1図における処理装置1を細分化した構成を示すブロック図である。

読み取り部21と記憶部22、画像編集部23と評価画像作成部24からなる画像処理部20、そして、キーボード4と表示部25から構成されている。

読み取り部21は、イメージスキャナやカメラ

を得るものである。カメラ装置等の指示条件は、キーボード4により入力され、第1図の処理装置1により制御される。

記憶部22は、ハードディスク装置等に代表される記憶装置であり、読み取り部21で読み取られた画像データを第1図の処理装置1の指示により記憶する。

画像編集部23は、オペレータの入力指示による手動により、または、第1図の処理装置1にあらかじめ用意されている自動処理機能により、記憶部22の画像データを編集する。例えば、不要な孤立画像の除去、あるいは、評価対象外のパターン画像の除去などを行い、評価対象画像に成形する機能を持つ。

評価画像作成部24は、キーボード4を介し入力された縁面距離に基づき、画像データを用いて、プリント基板の縁面距離を評価した画像を作成する。

表示部25は、評価画像作成部24で得られた評価結果を示す画像を第1図の表示装置3に表示

する。

換作者は、この表示を見て、プリント基板のパターンの縁面距離の良否を目視判定する。

第3図は、第2図における画像処理部20をさらに細分化した構成を示すブロック図である。

すなわち、第2図における画像編集部23は、画像の輪郭線抽出部31とオフセット画像作成部32から構成される画像編集部34となり、さらに、第2図における評価画像作成部24は、画像干渉評価部33として構成される。そして、画像編集部34と画像干渉評価部33から画像処理部30が構成されている。

以下、第1の実施例の動作を説明する。

第1の実施例においては、第1図の処理装置により処理された画像の表示結果は、画像として表示部25に表示される。

第1図の読み取り装置5で読み取られた画像は、主走査方向と副走査方向に所定の解像度で画素に分解され、各々の画素は、それぞれの濃度に対応した白黒の二値情報を持っている。

本実施例においては、プリント基板のパターン画像を黒画像として扱う。

画像の輪郭線抽出部31は、画像を基準位置から一定方向に走査して、最初に白から黒へ変化している画素を開始画素として判断する。その画素を始点として、次に、白から黒へと変化している隣接画素(変化画素)を見つけ、その方向を上下左右等の8方向のベクトルのいずれか1つにより表す。

パターンの始点から反時計方向の方向で始点に戻ってくるまで順次繰返し、パターンの輪郭画素の8連結ベクトル追跡データを輪郭線データとして抽出する。

こうして抽出された輪郭線データと基軌画像データで各画素に所定の特性値を付与する。

本実施例では、地肌部(白画像)画素は(0)、パターン形成部画素は(1)、輪郭線形成画素は(2)の数値を持たせる。

第4図は、第3図における画像輪郭抽出部31により抽出された、基プリント基板上のパターン

画像と、オフセット画像作成部32と画像干渉評価部33により得られた干渉画素を示す実体図である。

輪郭画素41、パターン画素42、干渉画素43により、パターン画像が形成されている。

第3図におけるオフセット画像作成部32と画像干渉評価部33は、パターン(1)44の輪郭形成画素(A)45を中心として、第1図のキーボード装置4より入力された評価縁面距離を半径(R)とする円(円弧)(d)46を描き、その円(d)46内にある画素が、パターンに相当する画素(数値(1)を持つ画素)であるか否かを評価する。もし、数値を持つ画素が存在しているときは、その画素に数値(3)を付与し、縁面距離内で干渉している画素と認識する。但し、この時、自身パターン画素の評価は除外する手当てが必要である。

第4図では、その円(d)46内に、パターン(2)47の画素(C)(太丸で示す)が干渉画素43として存在していることになる。

この干渉画素はパターン(1)44の輪郭画素Aに

特開平3-81602 (7)

において実施することにより、パターン(1)44から見た縁面距離干渉を評価することができる。さらに、プリント基板にある全パターンを基準にして評価を繰り返すことにより全体の評価が完成される。

第3図の表示部25は、この評価結果を第1図の表示装置3に表示させるものであり、数値(1)と数値(3)の画素を、それぞれの色を変えて表示し、目視判断を容易にすることが可能である。

第5図は、第3図における構成の第1図における処理装置1の動作手順を示すフローチャートである。

まず、第3図の画像の輪郭線抽出部31においては、第1図のキーボード4を介して画像データを読み込む(ステップ501)。読み込んだ画像データの内、プリント基板の地肌部とパターン部にそれぞれ特性値(パターン部(黒画像)は(1)、地肌部(白画像)画素は(0))を付与する(ステップ502)。各パターンの輪郭線を抽出し(ステップ503)、この輪郭線を形成する画素に(2)の数値

以下第7～9図の図面に適用される。

第7図は、第6図の1部分(①の部分)を抽出したものである。

第8図は、第7図のパターンを例にして、パターン画像を拡大表示した平面図である。

パターン形状を青色で表示させている。

第9図は、第3図の画像干渉評価部33による評価結果例を示す平面図である。

縁面距離内で干渉している画素(数値(3)の画素)を色を付けて表示したものである。

このようにして、操作者は、第9図を見ることにより、縁面距離が指定以内である危険部分を目視により容易に知ることができる。

第10図は、本発明を施した第2の実施例のシステムの構成を示すブロック図である。第1の実施例におけるシステム構成で説明した第1図における全体構成図、および、第2図におけるブロック図の構成と同じ構成からなるシステムであり、第3図と同様にして、第2図における画像処理部

を特性値として付与する(ステップ504)。全てのパターンの輪郭線の抽出、および、特性値の付与が完了するまで繰返す(ステップ505)。

次に、第3図のオフセット画像作成部32と画像干渉評価部33において、輪郭画素を中心にして半径Rの円弧を描く(ステップ506)。円内にある値2を含む値1の画素を検出し(ステップ507)、検出された画素に値(3)を代入する(ステップ508)。全ての輪郭画素で検出を繰返し行い(ステップ509)、画像の干渉部分を抽出する。

第3図の表示部25において、各画素をそれぞれ指定の表示色で、第1図の表示装置3に表示する(ステップ510)。

オペレータは、この色表示された画像に基づき、パターンの目視による検査を行うことができる。

以下第3図の表示部25に表示される画像例を第6～9図を用いて説明する。

第6図は、評価の対象となるプリント基板の一例を示す実体図である。

特に、①の部分が評価の対象となるものとして、

この第2の実施例においては、第1の実施例の、動作結果である画像としての表示と異なり、表示結果は図形表示される。

前記したように、全体の構成は第1図と同様であり、かつ、処理装置1の概略構成も第2図と同じであり、以下第10図における画像処理部の説明を行う。

第10図においては、第2図における画像編集部23は、画像の輪郭線抽出部101と輪郭線の線分変換部102から構成される画像編集部104として、そして、第2図における評価画像作成部24は、補正図形作成部103として構成されている。そして、補正図形作成部103と画像編集部104から画像処理部100が構成されている。

画像の輪郭線抽出部101は、前記第3図における画像の輪郭線抽出部31と同様に画像の輪郭線を8連結ベクトル追跡データとして抽出する機能である。

さらに、この輪郭線抽出部101では、輪郭線

が外側画像のものか、あるいは、ある画像内に存在する内側画像のものかを判別する機能を持ち、その追跡方向も外側画像と内側画像とで逆になるように追跡させる。

本実施例では、外側輪郭線を左回り追跡、内側輪郭線は、右回りに追跡させる。従って、追跡ベクトルの進行方向の左側が常にパターン領域となる。

輪郭線の線分変換部102は、前記で求められたチェインコードをベクターデータ(線分データ)に変換する。

補正図形作成部103は、輪郭線の線分変換部102により得られたパターン形状図に基づき、別途、第2図のキーボードからの線面距離入力値分のオフセット(補正)した形状図を作成する。

本実施例では、画像の輪郭線抽出部101で得られた輪郭線の追跡が輪郭線ベクトルの常に左側にパターン実体が存在する様に求められているので、オフセットをかける方向は、形状線ベクトル方向の右側にかけることにより、パターン形状を

線面距離分補正した正しい形状が得られる。

さて、輪郭線の線分変換部102による輪郭線の線分変換方法には、種々の方法が提案されているが、ここでは以下の方法で行う。

変換手順は、チェインコードの変化パターンに基づき近似区間を決定し(変化点抽出)、その区間のチェインコード列を直線、円弧(円)や、自由曲線(スプライン、ベツツェー曲線等)にあてはめられるかを評価し、所定の評価部を通過することにより、最もふさわしい線分データに変換される。

本実施例では、円、直線、円弧、自由曲線の順で評価している。

その他の例としては、円弧、直線の2線分データで評価し、その優先順位は、操作者に指示させることもできる。

以下、さらに詳しく画像の輪郭線の線分変換方法を説明する。

第11図は、第10図の輪郭線の線分変換部102の動作手順を示すフローチャートである。

まず、抽出された輪郭線の各座標を次式(a)に

ここで、円は、1つの閉曲線をなすから、この円の判定によって1つの輪郭線を形成する全ての軌跡が終了したかどうかを調べる(ステップ1102)。終了している場合には、線分変換処理動作を終了し、終了していない場合には、円面距離の10倍以上の長さの直線を算出する(ステップ1103)。このステップでは、単位ベクトル5個分のベクトルの平均ベクトルを形成し、その平均ベクトルのベクトル角から、第(f)式に基づいて仮の直線間を算出する。

次に、各画素データと第(f)式で算出した仮の直線との距離 Δl_i の絶対値の積算値SAおよび積算値SBをそれぞれ、第(d)、(e)式に基づいて算出し、それらの結果に基づいて、第(f)式で算出した仮の直線が実際の直線として識別できるかどうかを判定する。

$$ax + by + c = 0 \quad \dots (f)$$

尚、さらにベクトルの方向のヒストグラムを形成し、そのヒストグラムにピークがただ1つある場合には、その区間を直線としてヒストグラム

代入して各座標におけるCの値を算出し、Cが一定の場合には仮の円と判定する。そして、仮の円と判定した場合、輪郭線の任意の3点を適宜に複数組選んで、各々の組の3点を通る円の中心を算出し、これらの複数組の中心の平均位置を算出して、この輪郭線を円とみなしたときの仮の中心を求める。

次に、このようにして得た仮の中心から第(b)式のような円の方程式を形成し、さらに、各画素データと第(c)式で算出した仮の円との距離 Δl_i の絶対値の積算値SAおよび積算値SBを第(d)式、(e)式に基づいて算出し、それらの結果に基づいて第(c)式で算出した仮の円が、実際の円として識別できるか同かを判定する(ステップ1101)。

$$C = (X^2 + Y^2) + Y \quad \dots (a)$$

$$(X - X_c)^2 + (Y - Y_c)^2 = R^2 \quad \dots (b)$$

$$SA = \sum_{i=1}^n |\Delta l_i| \quad \dots (c)$$

$$SB = \sum_{i=1}^n \Delta l_i \quad \dots (d)$$

特開平3-81602 (9)

のピークがそれ以上の個数ある場合には、それ以外のものとして判別している。

次に、ステップ1101および1103で、円および長い直線と判別されなかった部分について、輪郭線に表れる頂点を判別する(ステップ1104)。

このステップでは、ステップ1103で形成した平均ベクトルを第(a)式に代入して、2つの平均ベクトルのなす角度を算出し、その算出結果に基づいて頂点を判別する。この時、平均ベクトルの算出起点によっては、誤って頂点として判断されることがあるので、2つの平均ベクトルのなす角度がある程度鋭くなっている部分では、平均ベクトルの算出起点を順次変化させ、2つの平均ベクトルのなす角度が最も鋭く、かつ、安定している状態を判別し、それによって、適切な頂点を検出している。

次に、ステップ1103で算出した直線の端点とステップ1104で算出した頂点のあいだの区間、あるいは、頂点と頂点とのあいだの区間で直

線と判定できる部分を、ステップ1103と同様な判断基準で算出する(ステップ1105)。

次に、ステップ1101、1103、1104、1105で処理されなかった区間に対し、円弧の部分算出(ステップ1106)。

このステップ1106では、ステップ1101とほぼ同様にして、仮の円弧区間を算出し、この仮の円弧区間の仮の中心を仮の円弧区間の8点の座標をもとに算出し、仮の中心から第(c)のような円の方程式を生成する。

そして、この仮の円弧と実際の画素の座標との差を、第(d)、(e)により算出し、その算出結果に基づいて、その仮の円弧区間を適切なものであるか同かを判断すると共に、半径を判定する。

そして最後に、ステップ1101、1103～1106で対象とならなかった区間に対して、スプライン曲線からなる自由曲線をあてはめる(ステップ1107)。

このように、チェーンコード(追跡ベクトル)が線分データ(形状図)に変換された、プリント基板

パターンの輪郭部形状図が算出される。

以上のようにして、第2の実施例によれば、画像の輪郭線抽出部101で抽出される輪郭線を形成している閉曲線は、始点の位置座標と、それに順次連結する変化画素のベクトルの並びからなるデータにより表される。そして、輪郭線の線分変換部102は、画像の輪郭線抽出部101の算出結果、すなわち、追跡ベクトルをスムージング処理して、円、長い直線、短い直線、円弧、あるいは、自由曲線により表したプリント基板のパターンの輪郭形状を算出する。そして、補正図形作成部103は、輪郭線の線分変換部102で得られたパターン形状図より入力指示された縁面距離分オフセット(補正)した形状を作成する。

輪郭線の線分変換部102、補正図形作成部103、で求められた両図形を表示部25で同時に表示装置3に表示させ、操作者は、両図形間の干渉を目視することが可能となる。

表示方法としては、両図形の表示色を変えるこ

第12図は、第10図の画像の輪郭線抽出部101により得られたプリント基板のパターン形状の平面図である。

第13図は、補正図形作成部103により、第12図のパターン形状図をd分オフセットして得られた補正形状の平面図である。

第14図は、第12図、第13図を同時に表示させた表示例を示す平面図であり、 $d = 0.5 \text{ mm}$ の縁面距離で評価した例であり、両図形間の干渉はなく、本プリント基板は、全パターン間で0.5 mmの縁面距離が確保されていることになる。

第15図は、第12図の1部分のパターンについて、 $d = 1.6 \text{ mm}$ で評価した例を示す平面図である。

この例では、両図形間に干渉があり、縁面距離1.6 mmがないことが分かる。

このように、本実施例によれば、イメージスキャナ等の安易な入力方法を用いてプリント基板のパターンを読み込み、任意量の縁面距離で、容易に評価が可能な

特開平3-81602 (10)

また、プリント基板全体で評価するだけでなく、評価したい部分を指定することにより、より効果的に行うことも可能となる。

さらに、結果を数値で示すことでなく、画像、または、形状で、かつ、色をつけて表現することになっているので、容易に干渉を見ることができ、プリント基板のパターン間の縁面距離が指定の距離分確保されているかを判定し、不足している部分を検出することができる。

〔発明の効果〕

本発明によれば、効率の良い、そして、信頼性の高いプリント基板のパターンの検査が可能となる。

4. 図面の簡単な説明

図面は本発明の実施例を示し、第1図は本発明を施した縁面距離評価装置の構成を示すブロック図、第2図は第1図における処理装置の内部構成を示すブロック図、第3図は第2図における画像編集部と評価画像作成部をさらに細分化した第1の実施例の構成を示すブロック図、第4図は第3

図におけるオフセット画像作成部により処理されたパターン画像の画素分布を示す平面図、第5図は第3図の構成の第1図における処理装置1の動作手順を示すフローチャート、第6図はプリント基板のパターンの平面図、第7図は第6図の1部分を抽出したパターンの平面図、第8図は第7図のパターンのパターン画像を拡大表示した平面図、第9図は第3図における画像干渉評価部のパターンの処理結果を示す平面図、第10図は第2図における画像編集部と評価画像作成部をさらに細分化した第2の実施例の構成を示すブロック図、第11図は第10図における輪郭線の線分変換部の動作手順を示すフローチャート、第12図は第10図における画像の輪郭線抽出部により得られたプリント基板のパターン形状の平面図、第13図は第10図における補正図形作成部により第12図のパターン形状図を $d=0.5\text{mm}$ 分オフセットして得られた補正形状の平面図、第14図は第12図と第13図を同時に表示させた平面図、第15図は第12図における1部パターンのパター

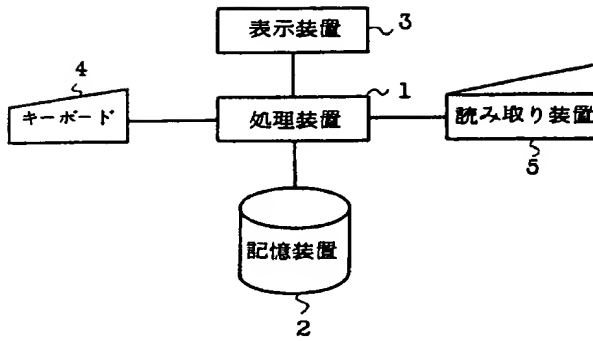
ン形状図と $d=1.6\text{mm}$ 分オフセットして得られた補正形状図を同時に表示させた平面図、第16図は8連結追跡の算出方法を示す平面図、第17図はチェーンコードの方向と各番号の関連を示す平面図、第18図は8連結追跡により追跡した輪郭線のチェーンコードの例を示す平面図、第19図は形状のオフセット方法の例を示す平面図、第20図は輪郭抽出例を示す平面図、第21図はチェーンコードの微小凹凸の平滑化例を示す平面図である。

像処理部、101：画像の輪郭線抽出部、102：輪郭線の線分変換部、103：補正図形作成部、104：画像編集部。

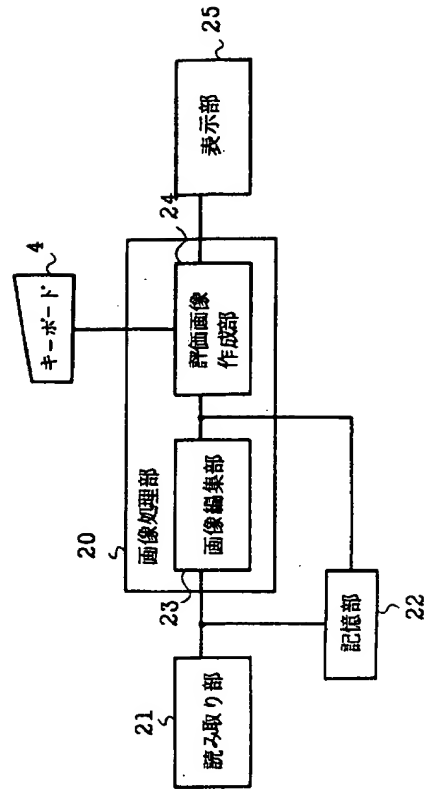
代理人 弁理士 磯村 雅 俊

1：処理装置、2：記憶装置、3：表示装置、4：キーボード、5：読み取り装置、20：画像処理部、21：読み取り部、22：記憶部、23：画像編集部、24：評価画像作成部、25：表示部、30：画像処理部、31：画像の輪郭線抽出部、32：オフセット画像作成部、33：画像干渉評価部、34：画像編集部、41：輪郭画素、42：パターン画素、43：干渉画素、44：パターン(1)、45：輪郭形成画素(A₁)、46：田(田田)(A₁)、47：パターン(2)、100：面

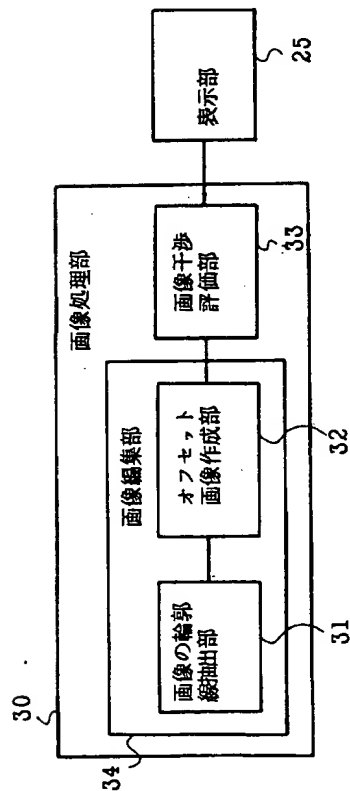
第 1 図



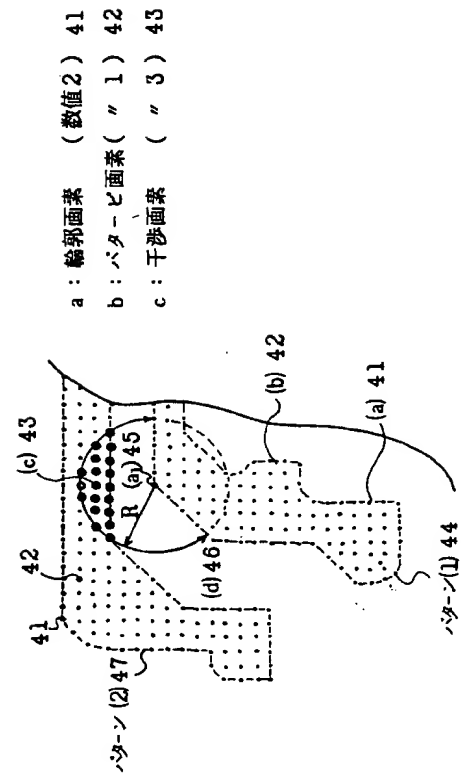
第 2 図



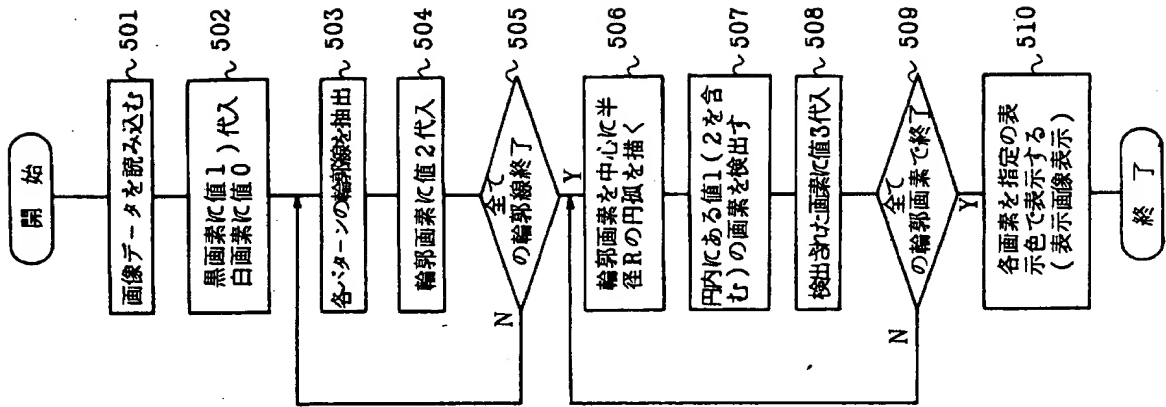
第 3 図



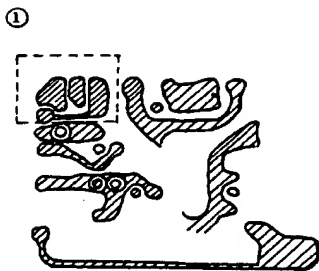
第 4 図



第 5 図



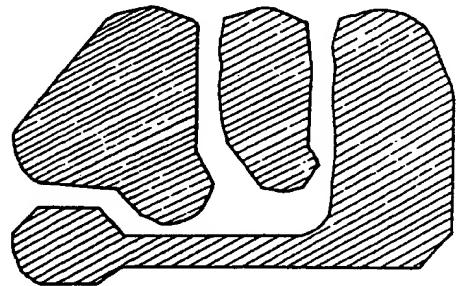
第 6 図



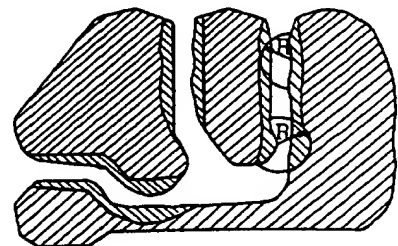
第 7 図



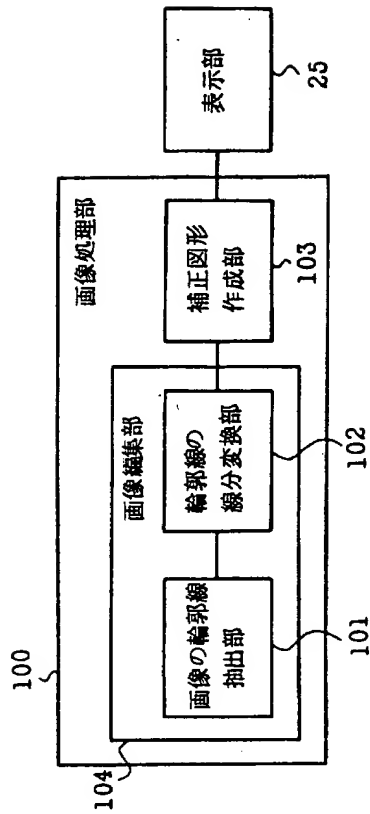
第 8 図



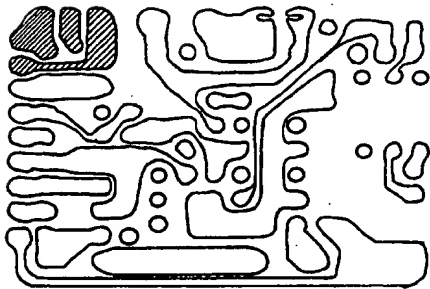
第 9 図



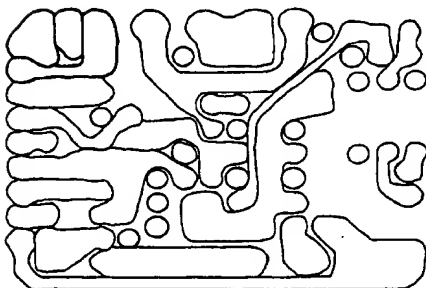
第 1 0 図



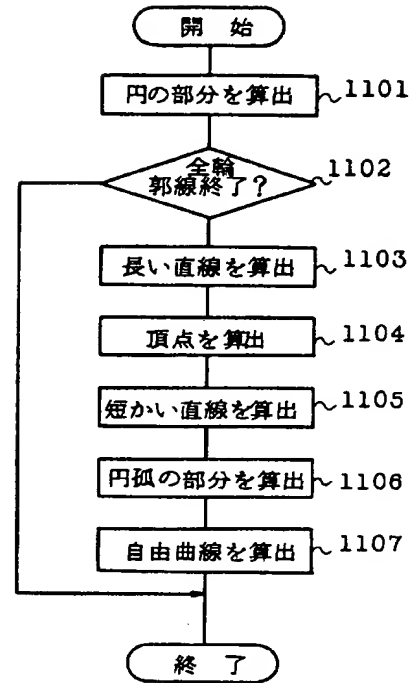
第 1 2 図



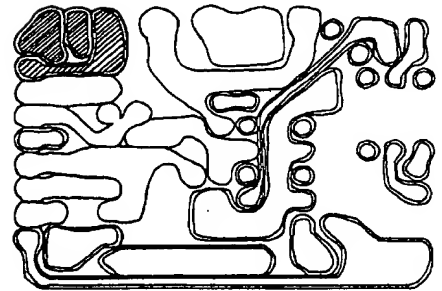
第 1 3 図



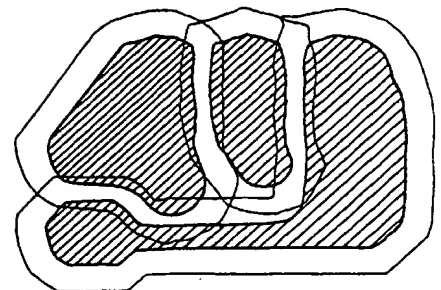
第 1 1 図



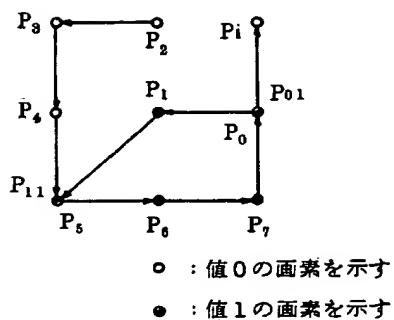
第 1 4 図



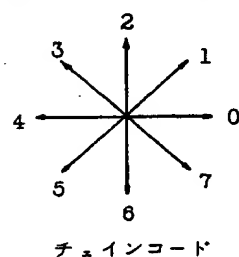
第 1 5 図



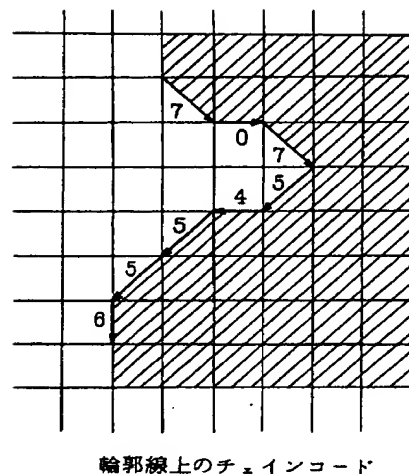
第 1 6 図



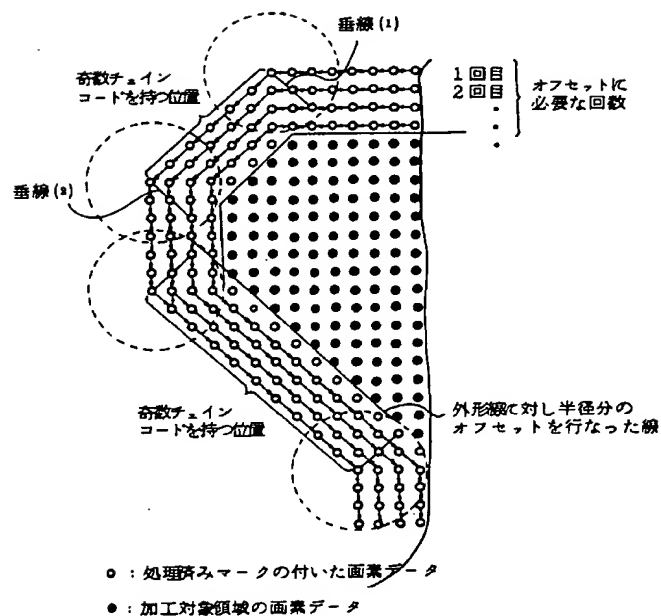
第 1 7 図



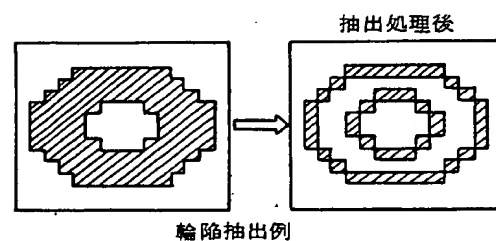
第 1 8 図



第 1 9 図



第 2 0 図



第 2 1 図

